

WPLYW NAWOŻENIA PODŁOŻEM POPIECZARKOWYM
NA ZAWARTOŚĆ ŻELAZA, MANGANU I BORU
W ŻYCICY WIELOKWIATOWEJ

Dorota Kalembasa, Beata Wiśniewska

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Akademia Podlaska
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl

Streszczenie. W dwuletnim doświadczeniu wazonowym, przeprowadzonym w warunkach szklarniowych, badano wpływ podłoży po produkcji pieczarek i uzupełniającego nawożenia azotem i potasem, osobno i razem, na zawartość żelaza, manganu i boru w biomasie życicy wielokwiatowej. Zawartość ogólna badanych pierwiastków (średnia) w I i II roku eksperymentu, oznaczona metodą ICP-AES, układała się w następującym szeregu malejących wartości: Fe > B > Mn. W biomasie życicy wielokwiatowej zebranej z obiektów nawożonych podłożem z dodatkiem nawozów mineralnych stwierdzono mniejszą zawartość żelaza, więcej manganu i boru, niż na obiektach nawożonych obornikiem.

Słowa kluczowe: podłoże popieczarkowe, życica wielokwiatowa, żelazo, mangan, bor

WSTĘP

Nowoczesne techniki przygotowywania podłoży do uprawy pieczarki oraz określony cykl jej produkcji spowodowały, że do środowiska przekazywane są coraz większe ilości podłoża popieczarkowego (kompost popieczarkowy). Podłoże to stanowi odpadowy materiał organiczny zawierający znaczne ilości substancji organicznej oraz składników pokarmowych dla roślin. Można gospodarować użytecznymi odpadami organicznego pochodzenia w sposób przywracający glebie życiodajne zasoby, a za najbardziej poprawne z ekologicznego punktu widzenia uznaje się ponowne włączanie tych odpadów do obiegu materii, w sposób nietoksyczny dla ekosystemów (Siuta 1996).

Prawidłowo przygotowane podłoże nie zawiera szkodników, grzybów chorobotwórczych, nasion chwastów, odznacza się dobrą konsystencją oraz tolerowa-

nym ziemistym zapachem. Kryńska i in. (1983) zalecają wykorzystanie podłoża popieczarkowego jako nawozu organicznego w sadownictwie, warzywnictwie, przy zakładaniu i utrzymaniu terenów zieleni, oraz w uprawach polowych położonych w pobliżu pieczarkarni.

Celem pracy było zbadanie wpływu podłoża popieczarkowego i uzupełniającego nawożenia mineralnego (azotowo-potasowego) na zawartość żelaza, manganu i boru w biomase życicy wielokwiatowej, w dwuletnim doświadczeniu wazonowym.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Dwuletnie doświadczenie wazonowe (prowadzone w warunkach szklarni) założono w układzie całkowicie losowym. Wazonny napełniono 12 kg utworu glebowego o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego. Procentowa zawartość poszczególnych frakcji wynosiła: piasku (2-0,1 mm) 63%, pyłu (0,1-0,02 mm) 20%, części <0,02 mm 17%, w tym iłu (<0,002 mm) 7%. Wartość pH tej gleby wynosiła w 1 mol KCl·dm⁻³ – 6,04, a zawartość badanych pierwiastków odpowiednio (mg·kg⁻¹): Fe – 5186, Mn – 146,0, B – 6,73.

Materiałami organicznymi zastosowanymi w doświadczeniu było podłoże po uprawie pieczarki oraz obornik bydlęcy przefermentowany (jako standard). Podłoże popieczarkowe zawierało (mg·kg⁻¹): Fe – 1389, Mn – 258, B – 30,0 a obornik: Fe – 1465, Mn – 140 i B – 42,0. Do poszczególnych wazonów zastosowano takie ilości podłoża popieczarkowego i obornika aby wprowadzić 4 g N·wazon⁻¹. Nawożenie mineralne (K i N) zastosowano według stosunku N : P: K jak w oborniku (1:0,8:1,2), tworząc następujące obiekty badawcze: a – gleba (utwór glebowy) – obiekt kontrolny; b – gleba + obornik bydlęcy przefermentowany; c – gleba + podłoże popieczarkowe; d – gleba + podłoże popieczarkowe + K₁; e – gleba + podłoże popieczarkowe + K₂; f – gleba + podłoże popieczarkowe + N₁; g – gleba + podłoże popieczarkowe + N₂; h – gleba + podłoże popieczarkowe + K₁N₁; i – gleba + podłoże popieczarkowe + K₂N₂.

Uzupełniające nawożenie potasem w (formie K₂SO₄) oraz azotem w (formie NH₄NO₃) zastosowano w następujących dawkach: K₁ – nawożenie potasem na poziomie 50% dawki optymalnej; K₂ – nawożenie potasem w ilości odpowiadającej dawce optymalnej; N₁ – nawożenie azotem na poziomie 25% dawki optymalnej; N₂ – nawożenie azotem na poziomie 50% dawki optymalnej.

Eksperyment przeprowadzono w trzech powtórzeniach, a rośliną testową była życica wielokwiatowa (*Lolium multiflorum*, Lam.). W okresie wegetacyjnym zbierano cztery odrosty trawy, z których pobrano próbki, wysuszono, rozdrobniło i zbadano w nich ogólną zawartość żelaza, manganu i boru. W tym celu materiał roślinny poddano mineralizacji „na sucho”, w piecu muflowym, w temperaturze 450°C. Zmineralizowany materiał w tygielkach potraktowano (na łązni pia-

skowej) roztworem kwasu solnego ($\text{HCl} : \text{H}_2\text{O} = 1:1$) w celu rozpuszczenia węglanów i wydzielania krzemionki. Powstałe chlorki przeniesiono przy użyciu 10% HCl do kolby o pojemności 100 cm^3 , oddzielając krzemionkę na sączku. W tak przygotowanym roztworze oznaczono ogólną zawartość Fe, Mn i B metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie wzbudzoną plazmą (ICP-AES).

Uzyskane wyniki opracowano metodą analizy wariancji. W przypadku istotnych różnic wykorzystano test Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon biomasy życicy wielokwiatowej ($\text{g}\cdot\text{wazon}^{-1}$), uprawianej w dwuletnim doświadczeniu wazonowym gdzie zastosowano nawożenie podłożem popieczarkowym i uzupełniające nawożenie mineralne potasowo-azotowe, omówiony został w publikacji autorstwa Kalembasy i Wiśniewskiej (2008).

Zawartość (średnia) badanych pierwiastków śladowych w biomacie życicy była zróżnicowana poszczególnych latach i odrostach i układała się w następujący szereg malejących wartości ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$): $\text{Fe} (166,1-369,3) > \text{B} (12,5-47,7) > \text{Mn} (10,1-23,5)$.

Zawartość żelaza w biomacie uprawianej trawy była istotnie zróżnicowana w zależności od poziomu nawożenia we wszystkich czterech odrostach I i II roku uprawy (tab. 1), co potwierdzają wartości NIR. Znacznie więcej tego pierwiastka zawierała życica w II (289,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż w I roku uprawy (188,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Średnio z dwóch lat najwięcej żelaza stwierdzono w biomacie testowanej trawy zebranej z obiektu nawożonego podłożem popieczarkowym i azotem w dawce N_1 (314,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Zawartość żelaza w życicy zebranej z obiektu nawożonego obornikiem była większa (243,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), niż w trawie nawożonej samym podłożem popieczarkowym (214,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Uzupełniające nawożenie mineralne potasowo-azotowe w zróżnicowanych dawkach wpłynęło na zwiększenie zawartości żelaza w biomacie życicy, w porównaniu z nawożeniem samym podłożem popieczarkowym.

Zawartość manganu w biomacie rośliny testowej wykazywała istotne zróżnicowanie w każdym pokosie pierwszego i drugiego roku doświadczenia w zależności od rodzaju i dawki stosowanego nawożenia (tab. 2), czego dowodzą obliczone wartości NIR.

Większą zawartość manganu (średnio) stwierdzono w roślinach życicy wielokwiatowej zebranej w I (19,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), niż w II (13,7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) roku eksperymentu. Najwięcej manganu (średnio z dwóch lat) zanotowano w trawie zebranej z obiektu, gdzie stosowano nawożenie samym podłożem popieczarkowym (19,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$); najmniej z obiektu kontrolnego (13,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Ilość manganu w biomacie życicy zebranej z obiektu nawożonego tylko podłożem popieczarkowym była większa (19,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), niż z obiektu nawożonego obornikiem (16,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Zastosowane mineral-

Tabela 1. Zawartość żelaza ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) w biomacie zycicy wielokwiatowej, w I i II roku uprawy, w doświadczeniu wazonowym
Table 1. Content of iron ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of D.M.) in the yield of *Lolium multiflorum* in 1st and 2nd year of cultivation in pot experiment

Obiekt nawozowy Fertiliser objects	Zawartość żelaza ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) – Content of iron ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{D.M.}$)										
	I rok doświadczenia (odrosty) 1st year of cultivation (cuts)					II rok doświadczenia (odrosty) 2nd year of cultivation (cuts)					Średnia z 2 lat Mean from 2 years
	I	II	III	IV	Średnia Mean	I	II	III	IV	Średnia Mean	
a	123,7	195,4	198,7	370,8	222,1	330,7	213,5	267,4	209,2	255,2	238,6
b	136,0	138,8	175,1	204,9	163,7	405,4	245,4	293,1	345,7	322,4	243,0
c	131,3	112,6	214,8	138,8	149,4	325,3	251,6	258,3	286,4	280,4	214,9
d	159,1	108,8	191,5	196,6	164,0	451,2	263,5	214,9	213,9	285,8	224,9
e	159,9	129,7	118,6	158,9	141,7	363,1	211,8	403,1	200,4	296,4	218,1
f	208,1	627,3	178,6	155,0	292,2	364,5	325,7	378,3	276,2	336,2	314,2
g	199,5	200,8	181,6	199,3	195,3	443,7	348,6	391,1	236,7	355,0	275,1
h	198,1	229,3	156,7	142,2	181,6	314,7	222,3	307,5	231,5	269,0	225,3
i	179,1	189,1	159,4	206,0	183,4	324,8	202,4	426,4	194,8	287,1	235,2
Średnia Mean	166,1	214,6	175,0	196,9	188,2	369,3	253,8	326,7	243,9	298,4	243,3
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	20,8	19,8	19,7	22,5		21,5	21,7	24,9	54,8		

Objaśnienia – explanations:

a – obiekt kontrolny; control object; b – gleba+obornik; soil + FYM; c – gleba + podłoże popieczarkowe; soil + bed after mushroom production; d – gleba + podłoże popieczarkowe + K₁; soil + bed after mushroom production + K₁; e – gleba + podłoże popieczarkowe + K₁; soil + bed after mushroom production + K₂; f – gleba + podłoże popieczarkowe + N₁; soil + bed after mushroom production + N₁; g – gleba + podłoże popieczarkowe + N₂; soil + bed after mushroom production + N₂; h – gleba + podłoże popieczarkowe + K₁N₁; soil + bed after mushroom production +K₁N₁; i – gleba + podłoże popieczarkowe + K₂N₂; soil + bed after mushroom production + K₂N₂.

Tabela 2. Zawartość manganu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) w biomacie życicy wielokwiatowej, w I i II roku uprawy, w doświadczeniu wazonowym
Table 2. Content of manganese (mg kg^{-1} of D.M.) in the yield of *Lolium multiflorum* in 1st and 2nd year of cultivation in pot experiment

Obiekt nawozowy Fertiliser objects	Zawartość manganu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) – The content of manganese ($\text{mg kg}^{-1}\text{D.M.}$)										Średnia z 2 lat Mean from 2 years
	I rok doświadczenia (odrosty) 1st year of cultivation (cuts)					II rok doświadczenia (odrosty) 2nd year of cultivation (cuts)					
	I	II	III	IV	Średnia Mean	I	II	III	IV	Średnia Mean	
a	14,9	23,5	13,0	11,9	15,8	14,9	10,1	11,6	11,4	12,0	13,9
b	24,6	25,1	12,9	10,0	18,1	19,6	13,7	10,9	11,8	14,0	16,0
c	31,2	33,9	20,9	13,6	24,9	19,7	10,6	11,7	11,0	13,2	19,0
d	34,7	25,4	19,7	10,5	22,6	16,6	13,9	9,26	8,57	12,1	17,3
e	41,6	24,4	15,9	11,9	23,4	14,4	9,99	14,9	7,23	11,6	17,5
f	27,1	26,1	17,6	9,10	19,9	17,7	15,1	14,4	10,7	14,5	17,2
g	30,8	16,5	13,9	6,96	17,0	19,9	15,4	15,9	9,81	15,2	16,1
h	29,1	17,8	17,3	9,48	18,4	18,3	14,2	14,0	11,3	14,4	16,4
i	29,5	18,8	18,1	9,90	19,1	20,5	18,5	15,9	8,92	15,9	17,5
Średnia Mean	22,3	23,5	16,6	10,4	19,9	17,9	13,5	13,2	10,1	13,7	16,8
$\text{NIR}_{0,05}$ $\text{LSD}_{0,05}$	0,95	0,91	0,71	2,20		2,09	1,78	1,48	1,83		

Tabela 3. Zawartość boru ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) w biomacie życicy wielokwiatowej, w I i II roku uprawy, w doświadczeniu wazonowym
Table 3. Content of boron (mg kg^{-1} of D.M.) in the yield of *Lolium multiflorum* in 1st and 2nd year of cultivation in pot experiment

Obiekt nawozowy Fertilier objects	Zawartość boru ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{s.m.}$) – The content of boron ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{D.M.}$)										Średnia z 2 lat Mean from 2 years
	I rok doświadczenia (odrosty) 1st year of cultivation (cuts)					II rok doświadczenia (odrosty) 2nd year of cultivation (cuts)					
	I	II	III	IV	Średnia Mean	I	II	III	IV	Średnia Mean	
a	19,5	17,5	14,1	11,9	15,7	22,9	14,7	18,5	13,5	17,4	16,5
b	12,5	45,7	12,9	67,2	34,6	22,8	15,5	20,4	9,96	17,2	25,9
c	21,7	51,2	11,9	50,2	33,7	19,2	16,0	20,7	12,9	17,2	25,4
d	16,4	28,4	16,4	51,5	28,2	17,5	16,6	17,4	10,4	15,5	21,8
e	16,3	40,8	13,5	54,1	31,2	18,3	18,3	19,6	10,1	16,6	23,9
f	15,9	31,5	24,5	50,6	30,6	20,2	19,8	20,2	13,1	18,3	24,4
g	24,7	57,6	18,6	47,9	37,2	22,5	19,2	24,8	16,0	20,6	28,9
h	12,9	54,9	20,2	36,5	31,1	24,7	17,2	17,6	14,3	18,4	24,7
i	13,1	62,5	14,5	59,6	37,4	25,1	16,5	18,7	12,7	18,2	27,9
Średnia Mean	17,0	43,3	16,3	47,7	31,1	21,5	17,1	19,8	12,5	17,7	24,4
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	1,39	2,70	1,62	1,43		0,94	1,16	1,57	1,03		

ne nawożenie potasowe, azotowe oraz potasowo-azotowe w zróżnicowanych dawkach wpłynęło na zmniejszenie zawartości manganu w biomacie roślin, w porównaniu z obiektem nawożonym samym podłożem.

Zawartość boru w uprawianej roślinie była istotnie zróżnicowana w zależności od poziomu i rodzaju stosowanego nawożenia we wszystkich odrostach I i II roku doświadczenia (tab. 3), co potwierdzają wartości NIR. Znacznie więcej tego pierwiastka (średnio) w biomacie życicy zanotowano w pierwszym (31,1 mg·kg⁻¹), niż w drugim roku uprawy (17,7 mg·kg⁻¹), przy średniej zawartości z dwóch lat 24,4 mg·kg⁻¹. Średnia (z dwóch lat) zawartość boru w trawie uprawianej w obiekcie nawożonym samym podłożem popieczarkowym (25,4 mg·kg⁻¹) była prawie taka sama jak w obiekcie nawożonym obornikiem (25,9 mg·kg⁻¹). Najwięcej boru stwierdzono w obiekcie nawożonym podłożem popieczarkowym z dodatkiem azotu mineralnego w dawce N₂ (28,9 mg·kg⁻¹) oraz z dodatkiem potasu i azotu w dawce K₂N₂ (27,9 mg·kg⁻¹). Zawartość boru w biomacie życicy uprawianej w obiektach nawożonych podłożem popieczarkowym i potasem mineralnym w dawce K₁ i K₂ (odpowiednio: 21,8 i 23,9 mg·kg⁻¹) była mniejsza niż w obiekcie nawożonym samym podłożem (25,4 mg·kg⁻¹), podłożem z dodatkiem azotu (N₁ i N₂-24,2 i 28,9 mg·kg⁻¹), potasu i azotu (K₁N₁ i K₂N₂-24,7 i 27,9 mg·kg⁻¹) oraz obornikiem (25,9 mg·kg⁻¹),

Stwierdzona zawartość żelaza i manganu w testowanej trawie była nieco większa, a boru zbliżona w porównaniu do wcześniejszych badań prowadzonych przez Kalembasę i Wiśniewską (2004, 2006) nad możliwością wykorzystania w nawożeniu podłoża popieczarkowego, jego wpływem na plon i skład chemiczny życicy wielokwiatowej w dwuletnim doświadczeniu wazonowym o innym schemacie. Większe zawartości żelaza i manganu w roślinie, w porównaniu do wcześniej prowadzonego eksperymentu można wytłumaczyć tym, iż dodatkowe nawożenie mineralne potasem i azotem mogło nieco zakwasić środowisko glebowe, powodując zwiększenie pobrania tych pierwiastków przez roślinę.

WNIOSKI

1. W biomacie życicy wielokwiatowej, uprawianej w dwuletnim doświadczeniu wazonowym na obiektach nawożonych samym podłożem popieczarkowym stwierdzono mniej żelaza, więcej manganu i zbliżoną zawartość boru, w porównaniu do obiektu nawożonego obornikiem.

2. Zastosowane dodatkowe mineralne nawożenie azotowe (N₁ i N₂), potasowe (K₁ i K₂) oraz potasowo-azotowe (K₁ i N₁ i K₂N₂) wpłynęło na zwiększenie zawartości żelaza a zmniejszenie zawartości manganu w uprawianej trawie, w porównaniu do obiektów nawożonych samym podłożem popieczarkowym.

3. Uzupełniające mineralne nawożenie azotowe oraz potasowo-azotowe w dawkach N₂ i K₂N₂ spowodowało znaczne zwiększenie zawartości boru w bio-

masie testowanej trawy, w porównaniu do pozostałych obiektów dodatkowo nawożonych mineralnie oraz nawożonych samym podłożem popieczarkowym.

PIŚMIENNICTWO

- Kalembasa D., Wiśniewska B., 2004. Wykorzystanie podłoża popieczarkowego do rekultywacji gleb. *Rocz. Glebozn.*, 15, 2, 209-217.
- Kalembasa D., Wiśniewska B., 2006. Zmiany składu chemicznego gleby i życia wielokwiatowej pod wpływem stosowania podłoża popieczarkowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 512, 265-275.
- Kryńska W., Martyniak-Przybyszewska B., Wierzbicka B., 1983. Próba oceny podłoża popieczarkowego jako komponentu do uprawy pomidorów i ogórków szklarniowych. *Mat. Symp. ART w Olsztynie*, 119-25.
- Kalembasa D., Wiśniewska B., 2008. Wpływ nawożenia podłożem popieczarkowym na plon i zawartość wybranych makroelementów w życiu wielokwiatowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 526, 191-198.
- Siuta J., 1996. Zasoby i przyrodnicze użytkowanie odpadów organicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 437, 23-30.

THE INFLUENCE OF FERTILISATION WITH BED AFTER MUSHROOM PRODUCTION ON THE AMOUNT OF IRON, MANGANESE AND BORON IN *LOLIUM MULTIFLORUM*

Dorota Kalembasa, Beata Wiśniewska

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Academy of Podlasie
ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce
e-mail: kalembasa@ap.siedlce.pl

Abstract. The two-year pot experiment (in a greenhouse) was set in completely randomised pattern. The aim of presented study was to evaluate the influence of bed after mushroom production and complementary mineral nutrition (nitrogen-potassium) on iron, manganese and boron content of Italian ryegrass. The content of determined elements in the biomass of Italian ryegrass was differentiated in the years of experiment as well as between the cuts, and ranged from the highest to the lowest: Fe > B > Mn. In biomass of *Lolium multiflorum* from objects fertilised with bed after mushroom production with an addition of mineral fertilisers the lowest amount of iron, highest of manganese and boron was determined compared to the objects fertilised with FYM.

Keywords: bed after mushroom production, *Lolium multiflorum*, iron, manganese, boron